

CAAC-IGZO TFT 技術を応用した NOSRAM の Multilevel Cell 実現の可能性

Feasibility of Multilevel Cell in NOSRAM Using CAAC-IGZO TFT Technology

(株)半導体エネルギー研究所、○井上 広樹、石津 貴彦、松崎 隆徳、長塚 修平、大貫 達也、
熱海 知昭、塩野入 豊、加藤 清、奥田 高、小山 潤、山崎 舜平

Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd., ○H. Inoue, T. Ishizu, T. Matsuzaki, S. Nagatsuka, T. Onuki,
T. Atsumi, Y. Shionoiri, K. Kato, T. Okuda, J. Koyama, S. Yamazaki

E-mail: hi0811@sel.co.jp

【はじめに】

近年、MRAM、PRAM、ReRAM などの様々な新型不揮発性メモリの研究開発が盛んに行われている。そこで我々は、CAAC-IGZO (c-Axis Aligned Crystal In-Ga-Zn-Oxide) TFT[1]技術を応用した NOSRAM (Nonvolatile Oxide-Semiconductor RAM) を新たに開発した[2]。NOSRAM は CAAC-IGZO TFT の極小オフリーク電流[3]を応用した新型不揮発性メモリである。NOSRAM セルの特長は Fig. 1 に示されるように、ON/OFF 比が 10^7 以上、 10^{12} 回を超える書き換え耐性、10 ns 以下の高速書き込みなどである。しかしながら、NOSRAM セルは他の新型不揮発性メモリセルと比べると素子数が多いため、セル密度向上が課題である。

今回、Multilevel Cell (MLC) による NOSRAM の実効的なセル密度向上を検討し、有望な結果が得られたので報告する[4]。

【実験】

NOSRAM は NAND フラッシュメモリと同様の電荷蓄積型メモリのため、電荷量を制御することで MLC が実現できる。NOSRAM の電荷量の制御はスイッチング素子の CAAC-IGZO TFT を介してセルキャパシタに直接行う。そのため NAND フラッシュメモリと比較すると、電荷量の制御をベリファイもせずに高精度かつ容易に行えるため、狭い V_{th} 分布が期待できる。加えて、電荷量の制御はスイッチング素子の CAAC-IGZO TFT を介して行うため、原理的には無限回の書き換え耐性がある。

これらを実証するため、8 kb NOSRAM test chip を用いて 4 値の V_{th} 分布と書き換え耐性、加えてデータリテンション特性を測定した。

【結果および考察】

Fig. 2 に測定した初期および 10^8 回書き換え後の 4 値 (“00”, “01”, “10”, “11”) の V_{th} 分布を示す。期待されたように狭い V_{th} 分布が確認され、初期と 10^8 回書き換え後も V_{th} 分布に差が見られない。Fig. 3 に V_{th} 分布 “11” の平均値のデータリテンション特性を示す (85 °C)。180 時間経過後の V_{th} 分布 “11” の平均値のシフト値は 120 mV 以下であった。 V_{th} 分布間に必要なマージンを 250 mV とすれば、85 °C で約 23 日のデータリテンション特性を見積もることができる。

これらより、データリテンション特性の延伸は今後の課題ではあるが、セル密度向上のための 4 値 (2 b/cell) の MLC NOSRAM 実現の可能性を示すことができた。

【参考文献】

- [1] M. Takahashi *et al.*: Proc. AM-FPD'11 Dig., 2011, p. 271.
- [2] H. Inoue *et al.*: IEEE JSSC, **47** (2012) 2258.
- [3] K. Kato *et al.*: JJAP, **51** (2012) 021201.
- [4] T. Ishizu *et al.*: SSDM, 2012, p. 590.

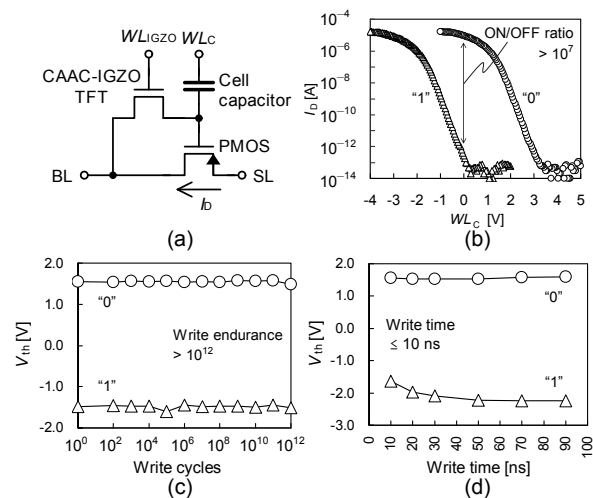


Fig. 1 NOSRAM cell features.

(a) Circuit diagram. (b) Memory characteristics. (c) Write endurance. (d) Write time.

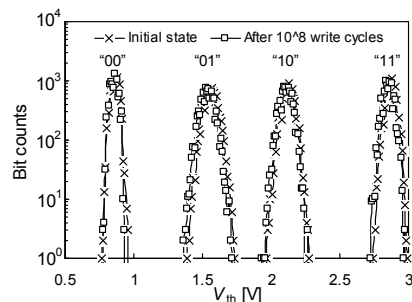


Fig. 2 4-level V_{th} distribution in initial state and after 10^8 write cycles.

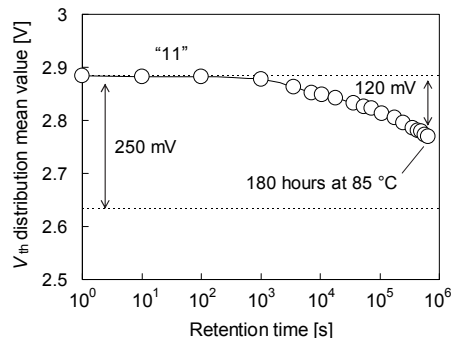


Fig. 3 Data “11” retention at 85 °C with respect to V_{th} distribution mean value.